

Sanal Mağaza Drone Depo Yer ve Önceliklerinin Tespitine Yönelik bir Araştırma Süreci Modeli

A research process model for determining the location and priorities of virtual store drone warehouse

Melda HAŞILOĞLU¹, melda@hasiloglu.com

İbrahim BUDAK², ibrahimbudak04@gmail.com

DOI: 10.34231/iuyd.626456

Günümüzde e-ticaret, İnternet'in gelişimi ile doğru orantılı olarak büyüme ve gelişme göstermektedir. E-ticarette yaşanan bu gelişmeler ve değişen pazarlama dünyası ile birlikte işletmeler bu sektörde yeni çözümler üretmeye başlamışlardır. Şehrin belirli noktalarına sanal mağaza depolarının kurulması ve müşterilere siparişlerin bu depolardan drone araçlar ile ulaştırılması bu çözümlerden en önemlisidir. Araştırmanın amacı, metropollerde drone ile perakende ürün taşımacılığı sağlayan sanal mağaza depolarının (Sanal Mağaza Drone Depo) yer ve önceliklerini tespitine yönelik bir araştırma süreci modeli sunmak ve test etmektir. Doğal olarak bu tür problemlerin çözümünde uzaklık ve yoğunluk verilerinin analizine başvurulmaktadır. Çalışmada dünyanın en büyük metropollerinden olan Londra örnek alınmıştır. Araştırmanın modeline bağlı olarak, ilk aşamada metropoldeki yoğunluğu işaret eden noktalar belirlenmiştir. Sonraki aşamada, Google haritalar üzerinde, Londra Zone-2 içerisinde yer alan, bu noktaların konum verileri (enlem-boylam) toplanmıştır. Modelin bir sonraki aşamasında yoğun yerleşim bölgelerinin konum verileri, veri madenciliği tekniklerinden x-ortalamlar kümeleme algoritması kullanılarak gruplandırılmıştır. Ardından Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden TOPSIS kullanılarak kümelerin performans değerlendirilmesi yapılmıştır.

Today, e-commerce is growing and developing in direct proportion with the development of the internet. With these developments in e-commerce and the changing marketing world, businesses have started to produce new solutions in this sector. The establishment of virtual store warehouses in certain points of the city and the delivery of orders to customers via drone vehicles are the most important of these solutions. The aim of the research is to present and test a research process model for determining the location and priorities of the virtual store warehouses (Virtual Store Drone Warehouse) that provide retail product transportation with drone in metropolises. Naturally, distance and density data are used in the analysis of such problems. In the study, London, which is one of the biggest metropolises of the world, is taken as an example. Depending on the model of the research, in the first stage, the points indicating the density in the metropolis were determined. In the next stage, the location data (latitude-longitude) of these points in London Zone-2 was collected via Google maps. In the next stage of the model, the location data of the densely populated areas were grouped using x-means clustering algorithm, one of the data mining techniques. Then, the performance evaluation of the clusters was carried out using TOPSIS, one of the Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) methods.

Anahtar Kelimeler: E-ticaret, Sanal Mağaza Drone Depo, Kümeleme Algoritmaları, Çok Kriterli Karar Verme, Depo Yeri Seçimi, Web Tabanlı Haritalar

Keywords: E-commerce, Virtual Store Drone Warehouse, Clustering Algorithm, Multi-Criteria Decision Making , Warehouse Site Selection, Web Based Maps

Jel Kodları: C61, D81, L81

Jel Codes: C61, D81, L81

¹ Doktora öğrencisi, Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Sorumlu yazar)

² Doktora öğrencisi, Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü

1. GİRİŞ

Birçok çeşidi olsa da genel olarak e- ticaret, işletmeden tüketiciye veya işletmeden işletmeye, dijital platformlar aracılığı ile ticaretin sağlandığı bir yapıdır. Tüketicilerin sanal dünyaya her geçen gün daha da fazla dahil olmasıyla birlikte e-ticaret hacmi de hızla artmaya devam etmektedir. Doğal olarak, büyüyen ticaret hacmi sadece e-ticaret işletmelerini değil aynı zamanda da kargo şirketlerini de etkilemektedir. Değişen ticaret şekilleri ile beraber günümüz tüketicisi, sipariş verdiği ürüne daha hızlı ulaşmayı ve sorun yaşadığında da daha hızlı çözümler üretilmesini beklemektedir. İşletmeler bu beklentiyi karşılamak üzere, kent merkezlerine depolar kurmaya ve ürün transferini de drone araçlarla sağlamaya yönelik projeler üzerinde çalışmaktadırlar. Bu çalışmanın gelecekteki söz konusu projelere ışık tutması beklenmektedir. Araştırmanın amacı, metropollerde drone ile perakende ürün taşımacılığı sağlayan sanal mağaza depolarının (Sanal Mağaza Drone Depo³) yer ve önceliklerini tespitine yönelik bir araştırma süreci modeli sunmak ve test etmektir.

Müşteriler çoğunlukla e-ticaret ve sanal perakendecilik tarafından sunulan arayüz tasarımına ve bilgisayar ile olan etkileşimine bağlı olmaktadır (Vrechopoulos vd. 2004: 13). Sanal mağazalar, perakende mağazalardaki fiziksel planlamanın ve herhangi bir yazılım geliştirmedeki kullanıcı ara yüzünün tasarımına eşdeğerdir. Geleneksel perakende mağazalar, fiziki planlamasında perakendecilerin farklı pazar bölümlerine hitap etmekte ve etkin bir şekilde faaliyetlerini yönlendirmektedir. Geleneksel hizmetlerin yanı sıra, sanal mağazalardaki kişisel hizmet, lojistik hizmet ve üyelik hizmetleri kullanıcılar için yeni fırsatlar sunmaktadır. Sanal mağazalar müşterileriyle en üst düzeyde birebir ilişki kurabilmektedir. Diğer perakende yöntemlerini kullanan mağazalar maliyetin ve işlem hacminin düşürülmesi gibi avantajlardan yararlanamamaktadır (Chen ve Tan, 2004: 76-77). Bu nedenle sanal mağazaların geleneksel mağazalara göre işletme maliyeti avantajı yüksektir.

Sosyal bir varlık olan işletmeler, sürdürülebilirliklerini devam ettirebilmek için işletme içi ve sanal dünyada yer alan veri tabalarının oluşmasına sebep olmaktadır. İşletmeler perakende zincir marketlerde terabaytlarla ölçülen veri hacmi kullanılmakta ve veri boyutlarının fazla olması nedeniyle verinin depolanması güçleşmektedir (Erturan ve Ergin, 2018: 216).

Veri madenciliği, büyük veri tabanlarından daha önce tahmin edilemeyen bilginin çıkarılması ve sonuçların karar vermede uygulanması gibi çok yönlü bir süreçtir. Veri madenciliği araçları, verileri kalıptan algılar ve bunlardan modeller ve kurallar çıkarır. Çıkarılan bilgi daha sonra veri kayıtlarındaki veya veri tabanları arasındaki ilişkileri tanımlayarak tahmin veya sınıflandırma modellerine uygulanabilir. Bu modeller ve kurallar karar vermeyi yönlendirebilir ve bu kararların etkilerini tahmin edebilir (Benoit, 2002: 265). Veri madenciliğinin bir kısmını oluşturan kümeleme teknikleri, çok boyutlu bir mekânda, tek bir gruptaki tüm noktaların birbiriyle doğal bir ilişki içinde olması ve aynı grupta yer almayan noktaların bir şekilde birbirinden farklı şekilde gruplandırılmasına çalışmaktadır (Dubes ve Jain, 1976: 247).

Büyük verilerden, veri madenciliği ve istatistiksel analiz yöntemleri ile bilgiler elde edilmektedir. Bu bilgiler karar vericilerin doğru karar almasına yardımcı olmaktadır (Can vd., 2012: 1). Karar verme, bir ihtiyaç ile ortaya çıkan fikir, iş ya da faaliyetlerin birbirini izlediği

³ Sanal Mağaza Drone Depo kavramı yazarlar tarafından ortaya atılmıştır.

ve sonunda tercihin yapılması ile sonuçlanan bir süreç olarak tanımlanabilmektedir (Koçel, 2014; 131). Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) ise, birden çok genellikle çelişen kriterlerin var olduğu durumda kararlar almayı ifade etmektedir. Günlük hayatta ÇKKV sorunları oldukça yaygındır. Örneğin, ÇKKV, kişisel bağlamda bir otomobilin seçiminde fiyat, boyut, stil, güvenlik, konfor gibi birçok faktörün değerlendirildiği karmaşık bir yapıdır (Xu ve Yang, 2001: 3).

Lojistik süreç içerisinde, kuruluş yeri faktörünün bir alt dalı olan depo seçimi, hizmet ve maliyetlerin büyük ölçüde azaltılması açısından önemli bir yer tutmaktadır. Uygun depo seçim yerinin belirlenmesi için ağırlıklandırma, doğrusal programlama ve uzaklık gibi birçok kavram kullanılmıştır. Depo seçimi gibi bir problemin çözümüne yönelik stratejik, taktik ve ekonomik parametrelerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Depo yeri seçimi, işletmelerin çözüm geliştirmeleri gereken bir karar problemi olarak görülmektedir (Aktepe ve Ersöz, 2014: 3).

Bir depo yeri seçmek, işletmeler için kaynak kullanımını en üst düzeye çıkarmak ve maliyetleri en aza indirmek için önemlidir. Seçilecek depo yeri için insan yoğunluğu, yatırım maliyeti, ulaşım gibi özellikler göz önünden bulundurulmalıdır. Chu (2012) tarafından yapılan çalışmada bir tesis yerinin konum seçiminde bulanık TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution) yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada, yatırım maliyeti, kalifiye işçilerin mevcudiyeti, ulaşım, su, elektrik gibi kriterler göz önüne alınarak tesis yeri için muhtemel dört konumun sıralaması yapılmıştır (Chu, 2012: 687).

Bu çalışmada, metropollerde drone ile perakende ürün taşımacılığı sağlayan sanal mağaza depolarının seçimine ilişkin bir araştırma süreci modeli sunulmuştur. Model, üç aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada, yoğunluğun çok olduğu yurt, park, hastane, otel, bar, kafe, AVM ve restoran gibi konumların koordinat verileri Google ve Yandex gibi web tabanlı haritalar kullanılarak elde edilir. İkinci aşamada, veri madenciliği tekniklerinden kümeleme yöntemi kullanılarak konum verileri yoğunluklarına göre gruplandırılır. Bu gruplar Sanal Mağaza Drone Depoların konumlandırılacağı alanları işaret etmektedir. Üçüncü aşamada ise, ÇKKV tekniklerinden TOPSIS yöntemi ile elde edilen kümelerin performans değerlendirmesi yapılır. Araştırma, bu süreçte gerçekleştirilmiş ve Londra kent merkezi pilot çalışma kabul edilerek test edilmiştir.

3. METODOLOJİ

3.1. Kümeleme

Verilerle dolu bir dünyada her gün, insanlar her tür ölçüm ve gözlemden gelen farklı veri türleri ile uğraşmaktadırlar. Veriler, bir canlı türünün özelliklerini tanımlamakta, doğal bir fenomenin niteliklerini tasvir etmekte, bilimsel bir deneyin sonucunu özetleyebilmekte ve çalışan bir makine sisteminin dinamiklerini kaydetmektedir. Veriler, bunun gibi özelliklerinin yanı sıra, her türlü nesne ve olgunun anlaşılması için ileri analiz, muhakeme, kararlar ve nihayetinde bir analiz için temel oluşturmaktadır. Sayısız veri analizindeki en önemli işlemlerden biri, verileri bir grup kategoriye veya kümelere ayırmak veya gruplamaktır (Xu ve Wunsch, 2008: 1). Veri madenciliğinde x-ortalamlar kümeleme algoritması, k-ortalamlar kümeleme algoritmasının geliştirilmiş şeklidir (Pelleg ve Moore, 2000: 727). Ham veri seti

verildiğinde, k-ortalamalar algoritması, orijinal veri kümesinin verilerin “k” alt kümelerine bölünmesini sağlamaya çalışmaktadır. Buradaki “k”, benzersiz alt kümelerin sayısını veya uygun veri madenciliği terminolojisinde kümeleri temsil etmektedir. Her ne kadar k-ortalamalar algoritması için birçok geliştirmeler yapılmış olsa da temel matematiksel formülasyon Eşitlik (1)’deki gibi kullanılmalıdır (Tucker vd., 2010: 600):

$$f = \sum_{j=1}^K \sum_{x_i \in S_j} \|x_i - c_j\|^2 \quad (1)$$

Burada;

S_j = Bir veri noktaları kümesidir.

c_j = Bir S_j kümesinin merkezidir.

x_i = Bir küme içinde mevcut bir veri noktasıdır.

K = Toplam küme sayısı (kullanıcı tarafından önceden belirtilen)’dir.

Pelleg ve Moore (2010) Bayesian Bilgi Ölçütü (BIC) gibi bir kriteri optimize ederek, kümelenme sayısını otomatik olarak bulabilen X-ortalamalar algoritmasını önerilmişlerdir. x-ortalamalar kümeleme algoritması, k-ortalamalar algoritmasının üç temel alanını geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu üç aşama aşağıdaki gibi gösterilebilir:

- a) Yöntem, kullanıcı tarafından belirlenen küme sayısını ortadan kaldırır.
- b) Yöntem, hesaplanabilir bir ölçek geliştirir.
- c) Yöntem, küme merkezlerini güncellemek için arama kriterlerini geliştirir.

Matematiksel olarak Bayesian Bilgi Ölçütü formülasyon Eşitlik (2)’deki gibi ifade edilebilir (Pelleg ve Moore, 2000: 730; Tucker vd., 2010: 601):

$$BIC(M_j) = l_j(D) + \frac{P_j}{2} \log R \quad (2)$$

Burada;

$l_j(D)$ = Maksimum olabilirlik noktasında alınan verilerin logaritmik olma olasılığıdır.

D = Verilen veri kümesini temsil eder.

P_j = M_j cinsinden parametre sayısını gösterir.

R = Kümeye girecek aday merkezlerin toplam veri noktasının sayısıdır.

3.2. TOPSIS Yöntemi

TOPSIS yöntemi ideal çözüme en yakın alternatifi çözen Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden biridir (Yoon ve Hwang, 1995: 38). Yöntem, seçilmiş olan alternatife en yakın pozitif ideal çözüm mesafesi ile en uzak negatif çözüm mesafesi temeline dayalı olarak kullanılmaktadır (Manokaran vd, 2011: 112). Finansal yatırım kararları, üretim süreci seçimi, şirket performansının karşılaştırılması, finansal oran değerlendirilmesi gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Alborzi, 2008: 2). TOPSIS yönteminin uygulama adımları aşağıdaki gibi 6 adımdan meydana gelmektedir (İşlier A, 1997: 70-71):

Adım 1: Satırlardaki değerler alternatifleri, sütunlardaki değerler ise kriterleri ifade ederek karar matrisini oluşturmaktadır. X karar matrisindeki a_{ij} , X matrisindeki i alternatifinin j kriterine göre reel değerini göstermektedir.

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Adım 2: Karar matrisi oluşturulduktan sonra Eşitlik (4) kullanılarak fayda yönlü kriterler, Eşitlik (5) kullanılarak maliyet yönlü kriterler normalleştirilir ve normalize karar matrisi (R) elde edilir.

$$R_{ij} = \frac{a_{ij}}{\max_{i=1,2,\dots,m}(a_{ij})} \quad \forall i: 1,2, \dots, m \quad \forall j: 1,2, \dots, n \quad (4)$$

$$R_{ij} = \frac{\min_{i=1,2,\dots,m}(a_{ij})}{a_{ij}} \quad \forall i: 1,2, \dots, m \quad \forall j: 1,2, \dots, n \quad (5)$$

Adım 3: Öncelikle amaca göre kriterlerin ağırlıkları (W_{ij} : $i: 1,2, \dots, n$) belirlenir. Sonrasında R matrisinin her bir sütunundaki değerler W_{ij} ile çarpılarak V matrisi elde edilir. Nihayetinde V_{ij} şeklindeki normalleştirilmiş karar matrisi Eşitlik (6)'deki gibi gösterilir.

$$V_{ij} = (W_{ij} * R_{ij}) \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1 \quad (7)$$

Adım 4: Bu adımda ilk amaç, ideal (A^*) ve negatif ideal (A^-) çözümler oluşturulmaktır. İdeal çözüm V_{ij} şeklindeki normalleştirilmiş karar matrisi en iyi performans değerlerinden, negatif ideal çözüm ise en kötü performans değerlerinden oluşmaktadır. İdeal çözümler Eşitlik (8) ve (9) kullanılarak hesaplanabilmektedir. Aşağıda yer alan formüller, fayda (maksimizasyon) ve maliyet (minimizasyon) değerini göstermektedir.

$$A^* = \{(max_i^{v_{ij}} | j \in J), (max_i^{v_{ij}} | j \in J')\} \quad (8)$$

$$A^- = \{(min_i^{v_{ij}} | j \in J), (min_i^{v_{ij}} | j \in J')\} \quad (9)$$

Eşitlik (8) nolu denklemden elde edilen değerler $A^* = \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^*\}$ biçiminde ve Eşitlik (9) nolu eşitlikten elde edilen değerler $A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\}$ şeklinde gösterilebilir.

Adım 5: Bu adımda, ayırım ölçülerinin hesaplanması yapılmaktadır. Euclidian Uzaklık Yaklaşımı'ndan yararlanılmaktadır. J alternatifin ideal çözümden uzaklığı İdeal Ayırım (S_i^*) ve negatif ideal çözümden uzaklığı Negatif İdeal Ayırım (S_i^-), Eşitlik (9) ve (10)'deki denklemlerden yararlanılarak hesaplanmaktadır.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad (9)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (10)$$

Adım 6: Bu adımda, Eşitlik (11) kullanılarak ideal çözüme göreli yakınlık (C_i^*) hesaplanmaktadır.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad 0 \leq C_i^* \leq 1 \quad (11)$$

Burada, $C_i^* = 1$ ilgili alternatifin pozitif ideal çözüm noktasında bulunduğunu; $C_i^* = 0$ ilgili alternatifin negatif ideal çözüm noktasında bulunduğunu göstermektedir. Alternatiflerin ideal çözüme göreli yakınlığı (C_i^*) değerine göre sıralanır.

Çalışmada kullanılan veri madenciliği tekniklerinden kümeleme ve ÇKKV yöntemlerinden TOPSIS ile ilgili yapılan çalışmaların öncülleri Tablo 1'de özetlenmiştir.

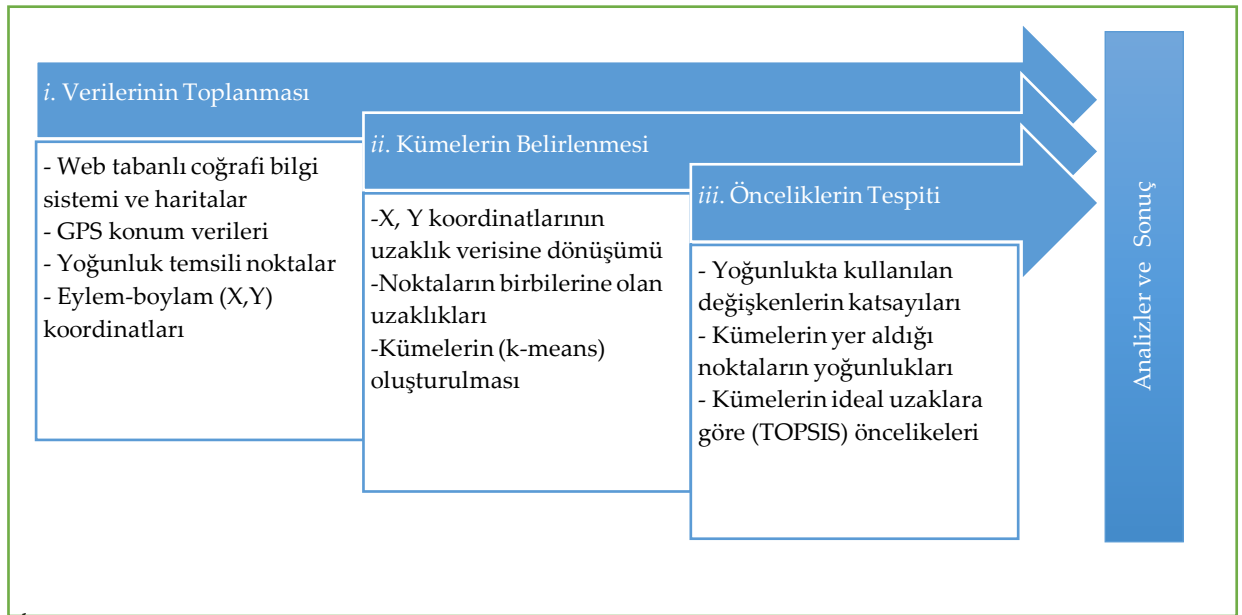
Tablo 1. Kümeleme ve TOPSIS Yöntemi ile Yapılan Genel Çalışmalar

Yazar	Konu
<i>Kümeleme</i>	
Gomez-Muñoz ve Porta-Gándara (2002: 171-182).	Yenilenebilir Enerji Sistemlerini Modellenmesi
Weatherill ve Burton (2009: 565-588).	Sığ Sismik Kaynak Bölgelerinin Ayrılması
Winters vd. (1997: 1369-1374).	Omuz Ağrılarının Sınıflandırılması
Armstrong vd. (2012: 2198-2205).	Geriatrik Nüfusun Heterojenliğinin İncelenmesi
Park vd. (2013: 910-915).	Kablosuz Sensör Ağı için Küme Seçimi
Brust vd. (2016: 1-6).	Otonom Drone Sistemleri için Kümeleme Algoritması
Lellamo vd. (2017: 1-5).	5g Drone Baz İstasyonlarının Veri Alanı Kümelemesi
Ferrandez vd. (2016: 374-388).	Genetik Algoritma ve k-ortalamlar Kümeleme Kullanılarak Drone ile Dağıtım Ağına Optimizasyonu
<i>TOPSIS</i>	
Skondras vd. (2018: 1-6).	Dronelar ile Sanal Turları Desteklemek için Rota Seçimi
Sostaric ve Mester (2019: 11).	Ultrasonik Sinyaller Kullanılarak Drone Yerleşimi
Gözaydın ve Can (2013: 17-31).	Deprem Yardım İstasyonları İçin Lojistik Merkezi Seçimi
Yavuz ve Deveci (2014: 463-479).	Alışveriş Merkezi Kuruluş Yeri Seçimi
Ashrafzadeh vd. (2012: 655-671).	Depo Yeri Seçimi
Chu (2002: 687-701).	Tesis Yeri Seçimi
Kengpol vd. (2013: 470-481).	Güneş Enerji Santrali Lokasyon Seçimi
Karmaker ve Saha (2015:315-334).	Depo Yerinin Optimizasyonu

4. UYGULAMA

Araştırmanın amacı, metropollerde perakende ürün taşımacılığında ulaşım maliyetlerini en küçükmek ve müşteri isteklerine en hızlı şekilde yanıt verebilmek için geleneksel ürün taşımacılığında kullanılan yöntemlerden farklı olarak, drone ile perakende ürün taşımacılığı

sağlayan Sanal Mağaza Drone Depo ile yer ve önceliklerini tespitine yönelik bir araştırma modeli sunmak ve test etmektir. Çalışmada ele alınan problem ise sanal mağazalara ait depo yerlerinin seçimini belirlemektir. Yer seçimi problemlerinde yoğunlukla pazar, ulaşım, işgücü, hammadde gibi faktörler kullanılmaktadır (Yang ve Lee, 1997: 241-254). Bu çalışma kapsamında ise problemin çözümünde depo yerinin müşteriye olan uzaklığı ve insan yoğunluğu verilerinin analizine başvurulmaktadır. Geleneksel depo yeri seçiminde uzaklık faktörüne yönelik veriler daha çok karayolu bilgilerinden elde edilmektedir. Ancak drone ile taşımacılıkta karayolu değil kuş uçuşu uzaklık verileri analiz edilir. Yine, geleneksel depolar, perakendecilerin tedarikçisi ve üreticilerin alıcısı konumunda olduğundan yoğunluk faktöründe üreticiye ve perakendeciye yakınlık durumları değerlendirilir. Ancak drone ile perakende ürün taşımacılığı sağlayan sanal mağaza depolarının önceliklerinin belirlenmesinde perakendeci ya da üreticiye yakınlık değişkenlerinin etkisi zayıftır. Şekil 1'de söz konusu problemin çözümüne yönelik oluşturulan modelin araştırma süreci aşamaları yer almaktadır. Şekilden de görüleceği üzere modelin birinci aşaması verilerin toplanmasıdır. Veriler web tabanlı haritalardan toplanmaktadır. Günümüzde bunların en popülerleri Google ve Yandex haritalarıdır. Birinci aşamada, araştırma kapsamındaki metropolün web tabanlı haritasında yer alan ve aynı zamanda insan ve buna bağlı olarak trafik yoğunluğunu işaret eden yurt, park, hastane, otel, bar, kafe ve restoran gibi konumların verileri toplanır. İkinci aşamada, ilk olarak eylem-boylam şeklinde tanımlanan noktaların birbirlerine olan uzaklıkları hesaplanır. Sonrasında da bu uzaklık verilerine göre k-ortalamlar algoritması kullanılarak kümeler tespit edilir. Üçüncü aşamada ise, belirlenen kümelerin ağırlık ve öncelikleri TOPSIS ile analiz edilir.



Şekil 1. Araştırma Sürecinin Aşamaları

4.1. Kapsam ve Verilerin Toplanması

Araştırmanın kapsamı olarak Londra kent merkezi, Zone-2 olarak adlandırılan alan seçilmiştir. Amaç, Londra Zone 1-2 bölgelerini içine alan coğrafyada Sanal Mağaza Drone Depo yeri seçimi, mümkün olan en az sayıda deponun açılması ve ağırlıklarının belirlenmesi kararının verilmesidir. Araştırmanın modeline bağlı olarak, bu karar verilirken bölgedeki insan ve dolayısıyla trafik yoğunluğunu işaret eden, insan hareketinin fazla olduğu ve en fazla zaman geçirildiği kabul edilen noktalar belirlenmiştir. Trafik yoğunluğu belirlenirken Google haritaların tipik trafik yoğunluğu verileri dikkate alınmıştır. Bu amaçla, Google haritalar aracılığıyla, Londra Zone-2 içerisinde yer alan, Google kullanıcıları tarafından 4-5 yıldız ve üzeri değerlendirilmiş ve yüksek sayıda yorum almış bar, restoran, kafe, otel, park, yurt ve hastane koordinatları seçilmiştir. Tablo 2'de bu seçilen 94 koordinat içerisindeki yer çeşitlerinin sayıları verilmiştir. Bu 94 adet konum gün içerisinde insan hareketliliğinin ve akışının en fazla olduğu yerleri temsil etmektedir ve bundan dolayı da olası talep noktalarını gösterdiği kabul edilmiştir.

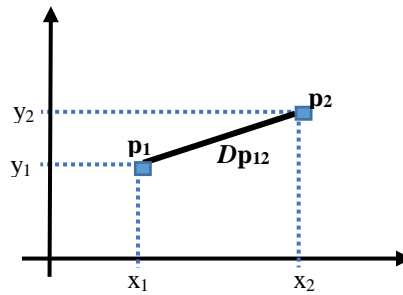
Tablo 1. 94 Koordinatın Yer Çeşitliliği ve Sayısı

Yer	Bar	Yurt	Kafe	Restoran	Otel	Hastane	Park	Toplam
Sayı	9	4	12	10	42	9	8	94

4.2. Kümelerin Belirlenmesi

Kümelerin belirlenmesi sürecinde, ilk olarak, X:enlem - Y:boylam şeklinde belirlenen koordinat noktalarının birbirlerine olan Öklid uzaklıkları hesaplanmıştır. Eylem-boylam verilerinin metrik uzaklığa dönüştürülmesi amacıyla enlem değeri ile 111, boylam değeri ile 84 çarpılmıştır. Bu durumda p_1 ile p_2 noktalarının birbirine olan metrik uzaklığı;

$$D_{p_{12}} = \sqrt{111 * (x_2 - x_1)^2 - 84 * (y_2 - y_1)^2}$$



şeklinde dir. Uygulamada 94 adet p noktasının birbirlerine olan uzaklıkları hesaplanmış ve sonrasında da 94x94 tipindeki simetrik matris elde edilmiştir. Daha sonra bu matris aracılığı ile kümeler tespit edilmiştir. 94 adet noktanın uzaklıklarına göre ayrılması konusunda kümeleme algoritmasından yararlanılmıştır. Bu noktaların birbirlerine olan Öklid mesafelerine göre küme sayıları x-ortalamalar algoritması ile elde edilmiştir. X-ortalamalar algoritması sonucunda Londra Zone-2 bölgesinde 4 adet ana küme ortaya çıkmıştır. 94 adet nokta, olası talep noktaları olarak kabul edilmektedir ve kümenin merkezi ise Sanal Mağaza Drone Depo açılması için önerilen konumdur. Bu aşamadaki amaç, açılması planlanan Sanal Mağaza Drone Depo yerleri ve olası talep noktaları arasındaki mesafenin en küçüklenmesi

kısıtı altında en uygun küme sayısı ve bu kümlere dâhil olan noktaların bulunmasıdır. Küme belirlenmesinde ise k-ortalamlar algoritması kullanılmıştır. Bu algoritma her bir kümenin kapsama alanını optimize etmede etkili bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Böylelikle müşteri siparişleri, o müşterinin bulunduğu kümedeki depodan tedarik edilecektir ve bu tedarik süreci en uygun düzeyde olacaktır.

Küme sayısı ve beraberinde kümelerin belirlenmesinde Rapid Miner programından yararlanılmıştır. 94 noktanın birbirlerine olan Öklid uzaklıklarının bulunduğu 94x94'lük simetrik matrise x-ortalamlar algoritması uygulanmıştır. K-ortalamlar ile birlikte kullanılan bu algoritma, verilerin birbirine göre Öklid uzaklıklarına bakarak en az sayıda küme ile noktaları gruplandırır. Her bir noktanın bulunduğu koordinattan, ait olduğu kümenin merkezine uzaklığı, diğer küme merkezlerine olan uzaklıklarına kıyasla en azdır. Bu çalışmada 94 adet nokta x-ortalamlar algoritması ile 4 kümeye ayrılmıştır. Tablo 3'te elde edilen 4 küme merkezinin birbirlerine olan uzaklıkları yer almaktadır.

Tablo 2. Küme Merkezleri Arası Uzaklık Matrisi

Kümler	1	2	3	4
1		105,147	65,034	33,823
2	105,147		80,992	104,647
3	65,034	80,992		87,641
4	33,823	104,647	87,641	

Bu tablodan da görüleceği üzere Küme 1 ve Küme 4 birbirine en yakın küme ikilisidir. Küme 1 ve Küme 2 ise birbirine en uzak küme ikilisidir. Oluşturulan 4 küme içerisinde bulunan ve birer talep koordinatı olarak kabul edilen noktaların sayısı Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 3. Ana Kümelerin Talep Noktaları Sayıları

Küme	Kümelere Talep Noktaları Sayıları
1	14
2	6
3	9
4	65

Tablodan görüleceği üzere Küme 4 en fazla noktaya sahip kümedir. Londra'nın merkezini oluşturan Küme 4, en turistik ve insan yoğunluğunun fazla olduğu yerleri içermektedir.

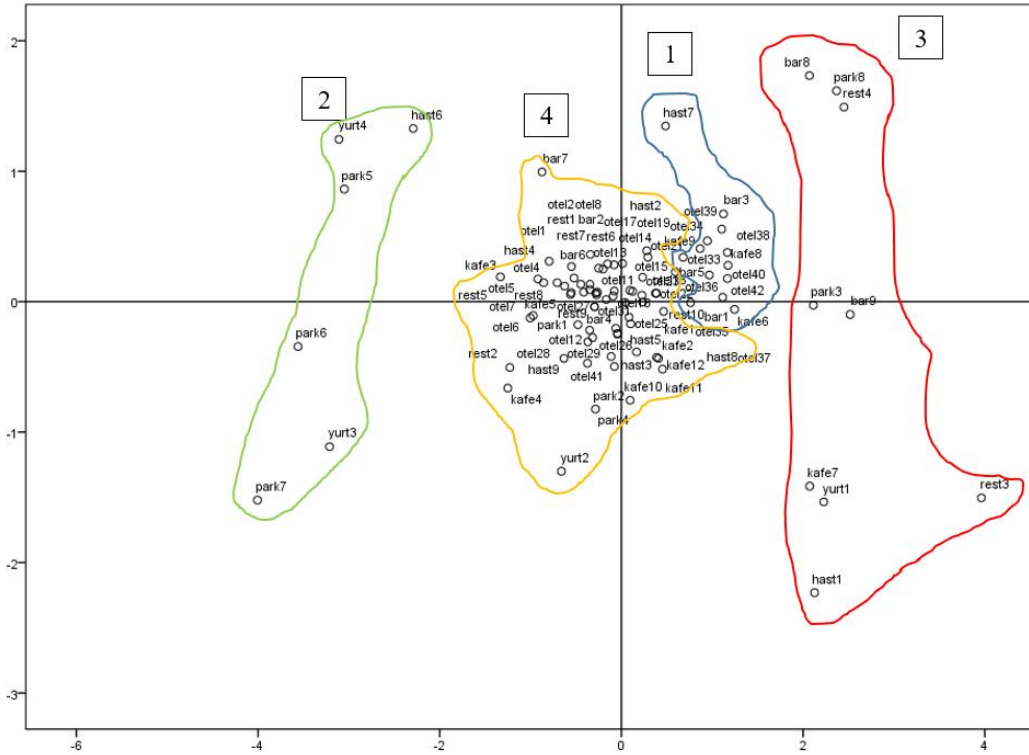
Küme içerisindeki talep noktalarının depo yerlerine olan uzaklıkları kabul edilebilir seviyede olsa dahi 4. kümenin yoğunluğu fazladır. Bu nedenle kümeye kendi içinde tekrar x-ortalamlar kümeleme algoritması uygulanmıştır ve 65 elemanlı 4. Küme kendi içinde 3 kümeye ayrılmıştır. Böylelikle kapsama alanı daralmış ve müşteri isteklerine daha hızlı cevap verilebilecek hale dönüştürülmüştür. Tablo 5'te, 4. Küme içerisindeki talep koordinatı olarak kabul edilen noktaların sayıları ve kümenin en uzaktaki elemanına olan mesafeleri yer almaktadır.

Tablo 4. Alt Kümelerin Talep Noktaları Sayısı ve Küme Kapsama Uzaklığı

	Küme 4.1	Küme 4.2	Küme 4.3
Küme merkezinden en uzak noktaya olan mesafesi	3,481	5,016	2,352
Nokta sayısı	26	8	31

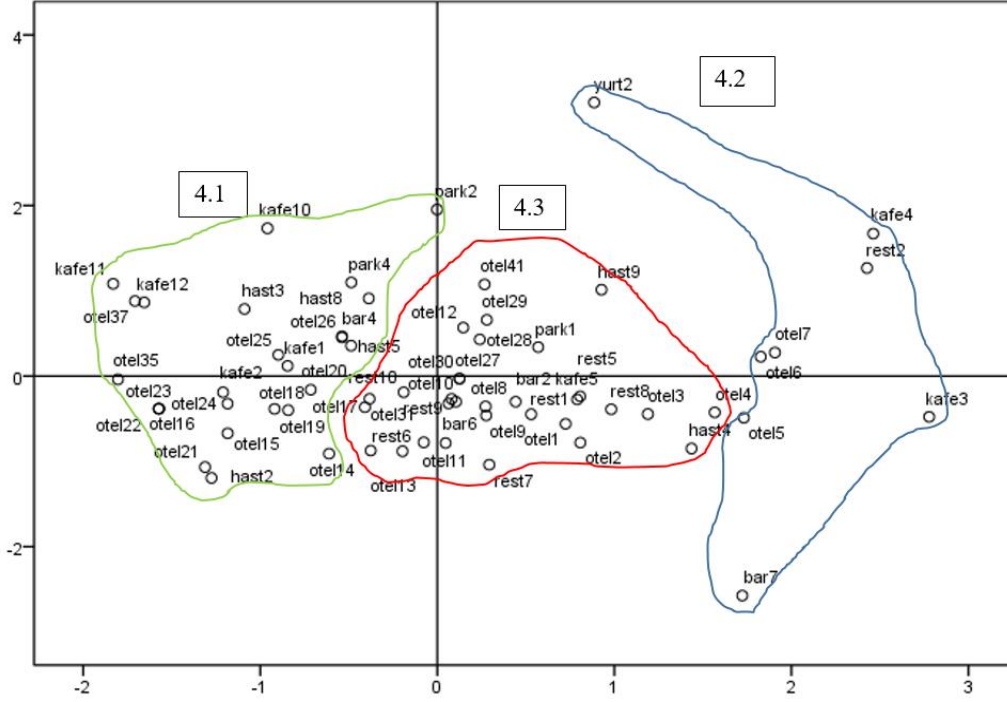
Küme 4.1 ve 4.3'ün yoğunluğu fazlayken küme merkezinin (deponun) en uzak talep noktasına olan uzaklığı daha azdır. Küme 4.2'nin ise yoğunluğu 4.1 ve 4.3'e göre daha azken deponun en uzak talep noktasına olan uzaklığı daha fazladır. Burada yoğunluk-kapsama alanı ödünleşmesi yapılmıştır.

Özet olarak, Londra Zone 2 bölgesi içerisine nihai tüketiciye hizmet vermek üzere Sanal Mağaza Drone Depo yeri sayısı (x-means) ve depo yerinin konumu (k-means küme merkezi) bulunmuştur. 94 adet pilot talep noktası 4 ana kümeye ayrılmıştır ancak 4. Kümenin talep yoğunluğunun fazlalığından kaynaklı Küme 4 de kendi içerisinde 3 alt kümeye ayrılmıştır. Bu durumda toplamda 6 depo yeri açılması önerilmektedir. Bu depoların özellikleri küme içerisindeki tüketicilerin tercihleri, istekleri doğrultusunda ve kümenin kapsama alanı ve talep yoğunluğu doğrultusunda değişkenlik göstermektedir. Şekil 2'de 4 ana kümenin dağılımı verilmiştir.



Şekil 1. 4 Ana Kümenin Haritadaki Gösterimi

Şekil 2' den de görüleceği üzere küme 4 en fazla talep noktasını içeren kümedir ve Londra'nın merkezini oluşturmaktadır. Bu nedenle kendi içinde 3 alt kümeye ayrılan Küme 4'ün haritası Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 2.3 Alt Kümenin Haritadaki Gösterimi

Şekil 3'ten de görüleceği üzere Küme 4.1 ve Küme 4.3 en fazla talep noktasına sahip kümeler iken talep noktalarının küme merkezindeki depo yerine olan uzaklığı daha azdır. Ancak Küme 4.2'nin talep noktalarının sayısı diğer iki kümeye göre daha azken talep noktalarının küme merkezindeki depoya olan uzaklığı daha fazladır. Tablo 6'da 3 alt kümenin birbirine olan uzaklıklarını içeren matris verilmiştir. Tablodan da görüleceği üzere Küme 4.1 ve Küme 4.3 birbirine en yakın en kümeyken Küme 4.1 ve Küme 4.2 birbirine en uzak kümedir.

Tablo 5. Alt Kümeler Arası Uzaklık Matrisi

Kümeler Arası Uzaklık Matrisi			
Küme	4.1	4.2	4.3
4.1		23,362	11,927
4.2	23,362		20,607
4.3	11,927	20,607	

4.3. Küme Önceliklerinin Belirlenmesi

Kümelerin yoğunlukları farklı olduğundan dolayı açılacak depoların özellikleri de birbirinden farklıdır. Hangi kümenin daha önemli ve öncelikli olduğu Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden biri olan TOPSIS ile bulunmuştur. Üçüncü aşamanın TOPSIS yöntemine göre adımları aşağıda verilmiştir.

İlk olarak çalışmada sıralanacak seçenekler 4 ana küme ele alınmıştır. Seçenekleri sıralamak üzere kullanılacak kriterler küme içerisindeki yer çeşitlerinin sayıları ve uzman görüşüdür. TOPSIS yönteminde kullanılan karar matrisi Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 6. 4 Ana Küme İçin Karar matrisi

	Bar	Yurt	Kafe	Restoran	Otel	Hastane	Park	Uzman Görüş
Küme 1	3	0	3	0	7	1	0	2
Küme 2	0	2	0	0	0	1	3	1
Küme 3	2	1	1	2	0	1	2	1
Küme 4	4	1	8	8	35	6	3	5

Tablo 7 bir küme içerisindeki talep noktalarının sayısını göstermektedir. Karar matrisinin son sütununda yer alan uzman görüş kriteri uzman tarafından kümelerin önem derecelerini belirtmektedir. Uzman görüşünün kriter olarak değerlendirilmesindeki amaç kümelerin önem dereceleri belirlenirken yalnızca talep yoğunluğunu işaret eden yedi yerden yararlanmak yerine uzmanın belirlediği kriterleri de göz önünde bulundurarak karar vermektir. Uzmanın bu kümeleri puanlarken kullandığı kriterler arasında kümenin elemanı olan yer çeşitlerinin özellikleri yer almaktadır. Bu özellikler, bu 7 yerin ağırlıklarının belirlenmesinde de kullanılmıştır. Tablo 8'de kriterlerin ağırlıkları verilmiştir. Uzman görüşünü etkileyen kriterlerinden en önemlisi Google haritalar kullanılarak seçilen yerlerin yoğunluk verileridir. Örneğin; hastane ve park gibi yüksek kapasiteli yerlerin gün içerisinde ziyaret edilme oranı bar, kafe ve restoran gibi düşük kapasiteli yerlere göre daha fazladır. Buna ek olarak, kümeler Londra haritasında konumlandığında, şehrin en fazla turist çeken mekânlarını kapsayan kümelere daha yüksek puan verilmiştir. Tablo 7'deki uzman görüş kriteri incelendiğinde, 5 en yüksek öneme sahip kümeyi temsil ederken 1 en düşük öneme sahip kümeyi temsil etmektedir. Karar matrisindeki her bir kriter fayda yönlüdür.

Tablo 7'deki karar matrisi kullanılarak TOPSIS'in adımları sırayla uygulanmıştır Adım 3'e gelince Tablo 8'deki kriterlerin ağırlıkları kullanılmıştır. Kriterlerin ağırlıkları ise yine uzman tarafından belirlenmiştir.

Literatürde çoğunlukla ÇKKV yöntemleri üzerine yapılan çalışmalarda kriterlerin önem dereceleri için AHP, Entropi, Macbeth, Critic, SWARA, PSI gibi yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler kullanılırken uzman veya uzman görüşü gerektirmeden sayısal yöntemlerle kriterlerin önem dereceleri belirlenmektedir. Chakraborty (2001: 182) tarafından yapılan çalışmada tek uzman ile değerlendirme modeli referans alınmıştır. Bu bağlamda, bu çalışmada kullanılan kriterlerin karmaşık olmaması ve Drone üzerine yapılan bu tür çalışmaların kısır olması dolayısıyla bu konuda belirlenen kriterlerin önem dereceleri için tek uzmandan faydalanılmıştır.

Tablo 7. Kriterlerin Ağırlıkları

Kriterler	Bar	Yurt	Kafe	Restoran	Otel	Hastane	Park	Uzman Görüş
Ağırlık	0,05	0,07	0,05	0,05	0,17	0,2	0,2	0,22

Tablo 8'de görüldüğü üzere kriterler önem derecelerine göre sırasıyla uzman görüşü, park, hastane, otel, yurt, bar, kafe ve restoran olarak sayısallaştırılmıştır.

Tablo 8. 4 Ana Kümenin TOPSIS Sonuçları

Sıra	Değerler	Küme
1	0,898	Küme 4
2	0,236	Küme 2
3	0,227	Küme 3
4	0,218	Küme 1

TOPSIS'in son adımıyla Tablo 9'da elde edilen kümelerin önem derecelerine göre sıralaması mevcuttur. Tablodan da görüleceği üzere en fazla öneme sahip küme 4. kümedir, en az öneme sahip küme 1. kümedir.

Tablo 9. 3 Alt Küme için Karar Matrisi

	Bar	Yurt	Kafe	Restoran	Otel	Hastane	Park	Uzman Görüş
Küme 1	1	0	5	0	14	4	2	4
Küme 2	1	1	2	1	3	0	0	1
Küme 3	2	0	1	7	18	2	1	3

Son olarak 4. küme içerisindeki 3 alt kümenin hangisinin daha önemli olduğunu bulmak amacıyla da TOPSIS kullanılmıştır. Seçenekleri sıralamak üzere kullanılacak kriterler küme içerisindeki yer çeşitlerinin sayıları ve uzman görüşüdür. TOPSIS yönteminde kullanılan karar matrisi Tablo 10'da verilmiştir. Karar matrisinin son sütununda yer alan uzman görüş kriteri uzman tarafından kümelerin önem derecelerini belirtmektedir. 4 en yüksek öneme sahip kümeyi temsil ederken 1 en düşük öneme sahip kümeyi temsil etmektedir. 4 ana küme için uygulanan TOPSIS adımları ve kriterlerin ağırlıkları 3 alt küme için uygulanan TOPSIS adımları ve kriter ağırlıkları ile aynıdır.

Tablo 11'de TOPSIS sonucu elde edilen kümelerin önem derecelerine göre sıralaması mevcuttur. Tablodan da görüleceği üzere en fazla öneme sahip olan küme 4.1, en az öneme sahip olan küme 4.2'dir.

Tablo 10. 3 Alt Kümenin TOPSIS Sonuçları

Sıra	Değerler	Küme
1	0,544	Küme 4.1
2	0,411	Küme 4.3
3	0,345	Küme 4.2

5. SONUÇ

Geçmişte depolar toptancıların nihai tüketiciye ürün temin etmek amacıyla kullanılırken, gelişen teknolojilerle günümüzde ürünler direkt olarak nihai tüketiciye depolardan ulaşmaktadır. Bu depoların açılması gereken yerlerin seçim kararını vermek ise ortaya çıkan problemlerden biridir.

Bu çalışmada Londra Zone 2 bölgesinde drone ile perakende ürün taşımacılığı sağlayan sanal mağaza depo yerlerinin seçiminde kullanılacak yoğunluk bilgileri Web tabanlı haritalar yardımıyla toplanmıştır. Yoğunluğu temsilen yurt, park, hastane, otel, bar, kafe ve restoran gibi 94 adet konum seçilmiştir. Zone 2 bölgesi, kümeleme yöntemi ile 4 ana kümeye ayrılmıştır. Tam merkezde konumlanan Küme 4'ün diğer 3 kümeye göre daha yoğun olduğu bulunmuştur. Yoğunluk nedeniyle oluşan sipariş trafiğini hafifletmek amacıyla küme 4 kendi içinde kümeleme yöntemi ile 3 kümeye ayrılmıştır. Böylelikle 3 ana ve 3 alt küme olmak üzere toplamda 6 küme oluşturulmuştur. Her bir kümenin merkezi, Sanal Mağaza Drone Depo yerlerini temsil etmektedir. Başka bir ifade ile olası talep noktaları arasındaki mesafenin en küçükleme kısıtı altında depo yerlerinin kümelerin merkezlerine açılması uygun görülmüştür. Küme yoğunluklarının ve kapsama alanlarının birbirinden farklı olması nedeniyle açılacak depoların ve Drone ile perakende ürün taşımacılık hizmetinin özellikleri de farklıdır. Hangi kümenin öncelikli olduğunun bulunmasında TOPSIS kullanılmıştır. Elde edilen öncelik sıralaması, deponun kapasitesi ve bulunduracağı dronelerin çeşitliliği konusunda belirleyici olmuştur.

Mevcut durumda, çoğunluk olarak müşteriler perakende ürün alışverişlerini mağazalardan yaparken günümüzdeki bazı uygulamalarda e-ticaret kapsamında perakende ürün taşımacılığında karayolu kullanıldığı görülmektedir. Ancak müşteriler perakende ürünlere mümkün olan en kısa zamanda ulaşmak istemektedir. İşletmeler ise yoğun rekabet ortamında müşterilerinin isteklerini karşılamayı ancak bunu en az maliyetle gerçekleştirmeyi hedeflemektedir. Drone ile perakende ürün taşımacılık hizmetinde ulaşım istenen ise, karayolları kullanımındaki en büyük sorunlardan biri olan trafik yoğunluğu nedeniyle oluşan aksaklıkları en aza indirmektir. Bunun yanında, taşımacılık hizmetlerindeki en sık karşılaşılan sorunlardan biri olan insanın mental ya da fiziksel yorgunluğundan kaynaklı hatalar da minimize edilecektir. Çalışmada, mümkün olan en az sayıda depo yeriyle en fazla müşteriye ulaşmak amaçlandığından işletmenin ulaşım maliyetlerinin de düşmesi beklenmektedir.

Ortaya atılan ve test edilen bu araştırma modelinin gelecekte benzer çalışmalara ışık olması beklenmektedir. Örneğin gelecekteki çalışmalarda, deponun kapasitesi ve bulunduracağı ürünlerin çeşitliliği değişkenler belirlenerek modele dâhil edilebilir. Ayrıca yoğunluğu temsil eden talep noktası olarak kabul edilen okul, park, AVM gibi konum değişkenlerinin her biri için katsayılar üretilebilir. Yine deponun vitrin ağırlıklı, küçük perakende geleneksel satış mağazasının özelliği incelenebilir. Uygulama dışında bir diğer öneri ise yöntemine aittir. İlerleyen çalışmalarda modeli geliştirmek amacıyla kümeleme algoritmasını da içeren probleme uygun bir sezgisel algoritma geliştirilebilir. Bunun yanında konjoint analizi gibi tekniklerle depoların ve drone ile perakende ürün taşımacılık hizmetinin özelliklerinin belirlenmesi çalışılabilir.

KAYNAKÇA

- Aktepe, A., ve Ersöz, S. (2014). AHP-VIKOR ve MOORA yöntemlerinin depo yeri seçim probleminde uygulanması. *Journal of Industrial Engineering (Turkish Chamber of Mechanical Engineers)*, 25.
- Alborzi, M., (2008), "Augmenting system dynamics with genetic algorithm and TOPSIS multivariate ranking module for multi-criteria optimization", Islamic Azad University ,*Science and Research Branch, Atisaz, Evin, Tehran, Iran*, s.1-11.
- Armstrong, J. J., Zhu, M., Hirdes, J. P., ve Stolee, P. (2012). K-means cluster analysis of rehabilitation service users in the Home Health Care System of Ontario: examining the heterogeneity of a complex geriatric population. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 93(12), 2198-2205.
- Ashrafzadeh, M., Rafiei, F. M., Isfahani, N. M., ve Zare, Z. (2012). Application of fuzzy TOPSIS method for the selection of warehouse location: A case study. *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*, 3(9), 655-671.
- Benoit, G. (2002). Data mining. *Annual Review Of Information Science and Technology*, 36(1), 265-310.
- Brust, M. R., Akbaş, M. I., ve Turgut, D. (2016, April). VBCA: A virtual forces clustering algorithm for autonomous aerial drone systems. In *2016 Annual IEEE Systems Conference (SysCon)* (pp. 1-6). IEEE.
- Can, M. B., Eren, Ç., Koru, M., Özkan, Ö., ve Rzayeva, Z. (2012). Veri kümelerinden bilgi keşfi: veri madenciliği. *Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi XIV. Öğrenci Sempozyumu, Ankara*.
- Chakraborty, D. (2001). Structural quantization of vagueness in linguistic expert opinions in an evaluation programme. *Fuzzy Sets and Systems*, 119(1), 171-186.
- Chen, L. D., ve Tan, J. (2004). Technology adaptation in e-commerce:: key determinants of virtual stores acceptance. *European Management Journal*, 22(1), 74-86.
- Chu, T. C. (2002). Facility location selection using fuzzy TOPSIS under group decisions. *International Journal Of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 10(6), 687-701.
- Chu, T. C. (2002). Facility location selection using fuzzy TOPSIS under group decisions. *International journal of uncertainty, fuzziness and knowledge-based systems*, 10(06), 687-701.
- Dubes, R. ve Jain, A. K. (1976). Clustering techniques: the user's dilemma. *Pattern Recognition*, 8(4), 247-260.
- Erturan, İ. E., ve Ergin, E. (2018). Büyük verinin muhasebe ve denetim alanlarına uyumu. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 81(6), 208-222.
- Ferrandez, S. M., Harbison, T., Weber, T., Sturges, R., ve Rich, R. (2016). Optimization of a truck-drone in tandem delivery network using k-means and genetic algorithm. *Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM)*, 9(2), 374-388.
- Gomez-Muñoz, V. M., ve Porta-Gándara, M. A. (2002). Local wind patterns for modeling renewable energy systems by means of cluster analysis techniques. *Renewable Energy*, 25(2), 171-182.

- Gözaydın, O., ve Can, T. (2013). Deprem yardım istasyonları için lojistik merkezi seçimi: Türkiye örneği. *Journal of Aeronautics & Space Technologies/Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 6(2), 17-31.
- İşlier, A. (1997). *Tesis Planlaması: Mühendislik Mimarlık Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü Ders Notları*. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Basım Evi, Eskişehir
- Karmaker, C. ve Saha, M. (2015). Optimization of warehouse location through fuzzy multi-criteria decision making methods. *Decision Science Letters*, 4(3), 315-334.
- Kengpol, A., Rontlaong, P., ve Tuominen, M. (2013). A decision support system for selection of solar power plant locations by applying fuzzy AHP and TOPSIS: An Empirical Study. *Journal of Software Engineering and Applications*, 6(9), 470-481.
- Koçel, T. (2014). *İşletme Yöneticiliği*. İstanbul: Beta Basım Yayım.
- Lellamo, S., Lehtomaki, J. J., ve Khan, Z. (2017, June). Placement of 5g drone base stations by data field clustering. In *2017 IEEE 85th Vehicular Technology Conference (VTC Spring)* (pp. 1-5). IEEE.
- Manokaran, E., Subhashini, S., Senthilvel, S., Muruganandham, R ve Ravichandran, K., (2011). Application of multi criteria decision making tools and validation with optimization Technique-Case Study using TOPSIS, ANN and SAW. *International Journal of Management and Business Studies*, India, c.1, S.3, s.112-115.
- Park, G. Y., Kim, H., Jeong, H. W., ve Youn, H. Y. (2013, March). A novel cluster head selection method based on k-means algorithm for energy efficient wireless sensor network. In *Advanced Information Networking and Applications Workshops (WAINA), 2013 27th International Conference on* (pp. 910-915). IEEE.
- Pelleg, D., ve Moore, A. W. (2000, June). X-means: Extending k-means with efficient estimation of the number of clusters. In *Icml* (Vol. 1), 727-734.
- Skondras, E., Siountri, K., Michalas, A., ve Vergados, D. D. (2018, July). A route selection scheme for supporting virtual tours in sites with cultural interest using drones. In *2018 9th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA)* (pp. 1-6). IEEE.
- Sostaric, D., ve Mester, G. (2019). Drone Localization Using Ultrasonic Tdoa And Rss Signal-Integration Of. In *Patrons Of The Conference* (p. 11).
- Tucker, C. S., Kim, H. M., Barker, D. E., ve Zhang, Y. (2010). A relieff attribute weighting and x-means clustering methodology for top-down product family optimization. *Engineering Optimization*, 42(7), 593-616.
- Vrechopoulos, A. P., O'keefe, R. M., Doukidis, G. I., ve Siomkos, G. J. (2004). Virtual store layout: an experimental comparison in the context of grocery retail. *Journal of Retailing*, 80(1), 13-22.
- Weatherill, G., ve Burton, P. W. (2009). Delineation of shallow seismic source zones using k-means cluster analysis, with application to the Aegean region. *Geophysical Journal International*, 176(2), 565-588.

- Winters, J. C., Groenier, K. H., Sobel, J. S., Arendzen, H. H., ve Meyboom-de Jongh, B. (1997). Classification of shoulder complaints in general practice by means of cluster analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 78(12), 1369-1374.
- Xu, L., ve Yang, J. B. (2001). *Introduction to Multi-Criteria Decision Making and the Evidential Reasoning Approach* (pp. 1-21). Manchester: Manchester School of Management.
- Xu, R. ve Wunsch, D. (2008). *Clustering* (Vol. 10). John Wiley & Sons.
- Yang, J., ve Lee, H. (1997). An AHP decision model for facility location selection. *Facilities*, 15(9/10), 241-254.
- Yavuz, S. ve Deveci, M. (2014). Bulanık TOPSIS ve bulanık VIKOR yöntemleriyle alışveriş merkezi kuruluş yeri seçimi ve bir uygulama. *Ege Akademik Bakış*, 14 (3), 463-479.
- Yoon, K. P. ve Hwang, C. (1995), *Multiple Attribute Decision Making: An Introduction*, Sage University Paper Series on Quantitative Applications in the Social Science, 07-104. Thousand Oaks. CA: Sage.